

Dampak Peningkatan Intensitas Hujan dan Tutupan Lahan Terhadap Debit Banjir Puncak Sungai Ciseel

Feril Hariati¹⁾, Dony Saputra²⁾, Alimuddin³⁾, Ihsal Yanuarsyah⁴⁾

^{1), 2), 3)} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ibn Khaldun, Bogor, INDONESIA

⁴⁾ Program Studi Teknik Informatika, Universitas Ibn Khaldun, Bogor, INDONESIA

Email: feril.hariati@uika-bogor.ac.id

Abstrak

Sungai Ciseel merupakan anak sungai dari Sungai Citanduy, yang bermuara di Sungai Citanduy bagian hilir. Daerah Aliran Sungai Ciseel termasuk dalam katagori rawan banjir. Sebanyak 165 Ha lahan pesawahan di Kec. Padaherang, Kabupaten Pangandaran, tergenang akibat meluapnya Sungai Ciseel pada tahun 2017. Perubahan iklim yang mengakibatkan kenaikan intensitas hujan, dan perubahan tutupan lahan meningkatkan kerentanan DAS Ciseel terhadap bencana banjir. Maksud dari penelitian ini adalah untuk memperoleh besarnya debit banjir Sungai Ciseel dengan pendekatan simulasi. Dua variabel, yaitu koefisien limpasan, yang diturunkan dari peta tutupan lahan, dan tinggi hujan harian maksimum, masing-masing untuk tahun 2006, 2012, dan 2016, digunakan sebagai faktor yang mempengaruhi debit banjir puncak. Analisis debit banjir puncak dilakukan dengan menerapkan metode Hidrograf Sintesis Satuan Nakayasu. Hasil analisis menunjukkan bahwa terjadi peningkatan intensitas hujan pada tahun 2016 sebesar 70% dari tahun 2006. Sedangkan tutupan lahan di DAS Ciseel, cenderung stabil dan menghasilkan nilai koefisien limpasan komposit sebesar 0,13. Kenaikan tinggi hujan harian mengakibatkan kenaikan debit banjir puncak yang linear dengan kenaikan tinggi hujan pada tahun 2006, 2012, dan 2016 berturut-turut sebesar 253 m³/dtk; 287 m³/dtk, dan 439 m³/dtk.

Kata kunci: Ciseel, Banjir, Perubahan Iklim, HSS Nakayasu

Abstract

The Ciseel River is a tributary of the Citanduy River, which emptied out into the downstream of Citanduy River. The Ciseel River Basin fall into flood prone area. A total of 165 hectares of rice fields in the Padaherang district, Pangandaran Regency, was inundated due to the overflowing of the Ciseel River in 2017. Climate change which resulted in an increase in rain intensity, and changes in land cover increased the vulnerability of the Ciseel watershed to flood disasters. The purpose of this research is to obtain the magnitude of the Ciseel River flood discharge using a simulation approach. Two variables, namely the runoff coefficient, which is derived from the map of land coverage, and the maximum daily rainfall heights for 2006, 2012 and 2016, respectively, are used as factors that influence peak flood discharge. The peak flood discharge analysis was carried out by applying the Nakayasu Unit Hydrograf Synthesis method. The results of the analysis show that there was an increase in rain intensity in 2016 by 70% from 2006. While the land cover in the Ciseel watershed tends to be stable and produces a composite runoff coefficient value of 0.13. The increase in daily rainfall resulted in a linear increase in peak flood discharge with an increase in the height of rain in 2006, 2012 and 2016 respectively of 253 m³/s; 287 m³/s, and 439 m³/s.

Keywords: Ciseel, Flood, Climate Change, HSS Nakayasu

1 PENDAHULUAN

DAS Ciseel merupakan sub DAS dari Sungai Citanduy. Aliran Sungai Ciseel bermuara langsung di Sungai Citanduy bagian hilir. Saat ini, DAS Ciseel merupakan kawasan yang rawan terhadap kejadian banjir. Pada musim hujan, lima puluh persen wilayah Lakbok Selatan, yang merupakan wilayah dalam DAS Ciseel, mengalami banjir (BBWS Citanduy, 2013). Banjir akibat meluapnya Sungai Ciseel dan Citanduy bagian hilir, dalam selang waktu yang sama, mengakibatkan terendamnya 165 hektar pesawahan di Kecamatan Padaherang, Kabupaten Pangandaran (Suryana, 2017).

Salah satu penyebab makin meningkatnya frekuensi kejadian banjir adalah perubahan tutupan lahan di DAS Ciseel. Berdasarkan analisis pada citra satelit *landsat* diketahui, terdapat 13 tipe tutupan lahan di Sub DAS Ciseel. Tutupan lahan di dominasi oleh hutan tanaman (pinus dan jati), kebun campuran dan hutan alam. Hutan alam dan hutan tanaman merupakan kawasan hutan negara (hutan lindung dan hutan suaka alam). Kebun campuran merupakan penggunaan lahan dengan berbagai macam spesies pohon serta sebagai lahan masyarakat. Semakin banyaknya eksploitasi terhadap penggunaan lahan Sub DAS Ciseel, maka kemungkinan yang akan timbul adalah

meningkatnya aliran permukaan karena adanya alih fungsi lahan, sehingga berpengaruh terhadap debit puncak. Perubahan tata guna lahan juga menyebabkan perubahan struktur tanah akibat adanya pengelolaan manusia, sehingga mempengaruhi kemampuan infiltrasi tanah. Perubahan tata guna lahan dapat mempengaruhi bentuk hidrograf banjir pada sungai Ciseel. Selain itu, perubahan iklim yang berdampak pada kenaikan intensitas hujan, meningkatkan kerentanan kawasan ini terhadap kejadian banjir.

Penelitian ini bertujuan melakukan analisis dampak perubahan tutupan lahan dan kenaikan intensitas hujan terhadap kenaikan debit banjir di Sungai Ciseel. Metode Hidrograf Satuan Sintesis (HSS) Nakayasu diterapkan dalam penelitian ini.

2 METODE PENELITIAN

Penelitian dampak perubahan tutupan lahan terhadap hidrograf banjir merupakan penelitian deskriptif analisis. Bahan dan alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

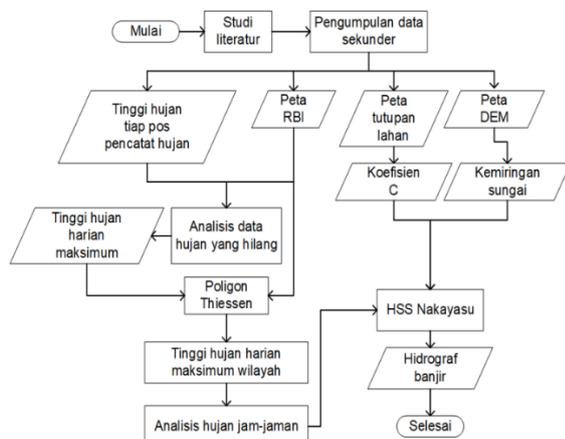
Bahan:

- a) Data hujan harian dari pos pencatat yang berada di sub DAS Ciseel periode 2004-2016 dari Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy
- b) Peta Rupa Bumi Indonesia dari portal <http://tanahair.indonesia.go.id/>
- c) Peta Digital Elevation Model (DEM) dari portal <http://tanahair.indonesia.go.id/>
- d) Peta tutupan lahan dari <http://webgis.dephut.go.id/>

Alat:

- a) Perangkat lunak ArcMap 10.3
- b) Spreadsheet

Alur penelitian disajikan pada gambar berikut:



Gambar 1. Alur kerja penelitian

Metode yang digunakan untuk melakukan analisis hidrograf adalah Metode HSS Nakayasu. Metode ini telah banyak digunakan di Indonesia, dan

memberikan hasil yang memuaskan (Gunawan, 2007; Kawet dan Halim, 2013; Nugraha, 2014; Angga dkk., 2014). Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu merupakan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan dalam suatu DAS. Untuk membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut. Adapun karakteristik tersebut adalah sebagai berikut:

- a) Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf
- b) Tenggang waktu hidrograf
- c) Luas daerah pengaliran
- d) Panjang alur sungai utama

Persamaan yang digunakan untuk menghitung debit yaitu:

$$Q_p = \frac{A \cdot R_o}{3,6(0,3T_p + T_{0,3})} \tag{1}$$

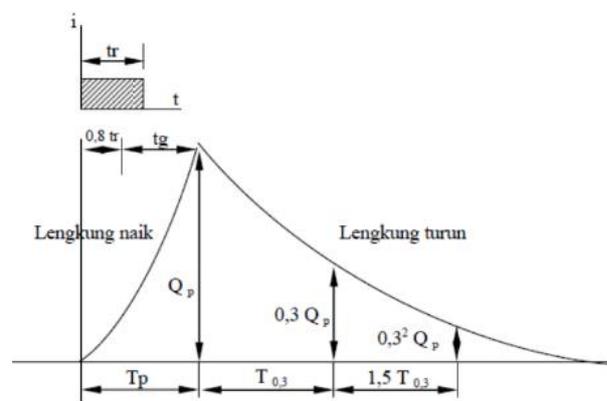
Dengan Q_p debit puncak banjir ($m^3/detik$); R_o hujan satuan (mm); T_p tenggang waktu (*time lag*) dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam). $T_{0,3}$ waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30% dari debit puncak (jam). Untuk menentukan T_p dan $T_{0,3}$ dapat digunakan persamaan berikut:

$$T_p = T_g + 0,8T_r \tag{2}$$

$$T_{0,3} = \alpha * T_g \tag{3}$$

Dengan T_r adalah lama lama hujan efektif yang besarnya ($0,5 \sim 1$) T_g , yang dihitung berdasarkan panjang sungai (L), bila $L < 15 km$ maka $T_g = 0,21 * L^{0,7}$, dan bila $L > 15 km$ maka $T_g = 0,40 + (0,058 * L)$.

Untuk membentuk kurva HSS Nakayasu diperlukan serangkaian perhitungan nilai debit berdasarkan waktu seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bentuk kurva HSS Nakayasu

Untuk membentuk kurva, diperlukan perhitungan dengan menerapkan persamaan di bawah ini:

Bagian lengkung naik, untuk $0 \leq t \leq T_p$, dipakai persamaan

$$Q_a = Q_P \left[\frac{t}{T_P} \right]^{2.4} \quad (4)$$

Bagian lengkung turun:

Untuk $T_p \leq t \leq (T_p + T_{0,3})$

$$Q_d = Q_P * 0,3 \left[\frac{t - T_P}{T_{0,3}} \right] \quad (5)$$

Untuk $(T_p + T_{0,3}) \leq t \leq (T_p + T_{0,3} + 1,5 * T_{0,3})$

$$Q_d = Q_P * 0,3 \left[\frac{(t - T_P) + 0,5 T_{0,3}}{1,5 T_{0,3}} \right] \quad (6)$$

Untuk $(1,5 * T_{0,3}) > (T_p + T_{0,3} + 1,5 * T_{0,3})$

$$Q_d = Q_P * 0,3 \left[\frac{(t - T_P) + 1,5 T_{0,3}}{2 T_{0,3}} \right] \quad (7)$$

Hubungan antara bentuk daerah pengaliran dengan $T_{0,3}$ dapat ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$T_{0,3} = 0.47 (A. L)^{0.25} \quad (8)$$

dan

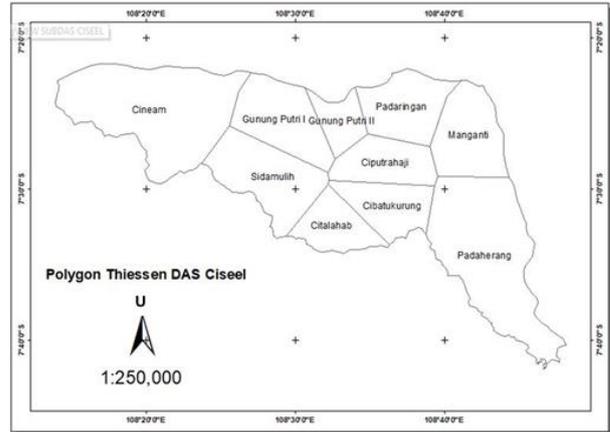
$$T_{0,3} = \alpha * T_g \quad (9)$$

dengan Q_a limpasan sebelum mencapai debit puncak ($m^3/detik$); Q_d limpasan sesudah mencapai debit puncak ($m^3/detik$); t waktu (jam); L panjang alur sungai (km); t_g waktu konsentrasi (jam); α konstanta yang dipengaruhi oleh bentuk hidrograf; untuk daerah pengaliran biasa $\alpha = 2$; untuk bagian naik hidrograf yang lambat dan bagian menurun yang cepat $\alpha = 1,5$; dan bagian naik hidrograf yang cepat dan bagian menurun yang lambat $\alpha = 3$

3 HASIL DAN BAHASAN

3.1 Curah Hujan

Curah hujan yang diperlukan adalah curah hujan harian maksimum. Di sub DAS Ciseel terdapat 10 pos penakar hujan, dan untuk memperoleh nilai hujan rerata wilayah, dilakukan dengan menggunakan metode poligon Thiessen, diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Poligon Thiessen

Di beberapa pos hujan terdapat data hujan yang hilang, oleh karena itu metode *reciprocal* diterapkan untuk melengkapi data hujan di pos hujan tersebut. Hasil analisis curah hujan harian maksimum wilayah disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Luasan daerah pengaruh pos hujan

No	Pos Hujan	Luas (Ha)
1	Cineam	20.816,03
2	Gn. Putri I	8.827,49
3	Gn. Putri II	3.439,94
4	Padaringan	7.650,05
5	Manganti	8.475,25
6	Padaherang	20.252,54
7	Cibatukurung	6.099,09
8	Citalahab	5.310,27
9	Sidamuluh	10.258,38
10	Ciputra Haji	6.179,24
TOTAL		97.308,28 Ha

Tabel 2. Hujan harian maksimum wilayah

Tahun	Tinggi hujan (mm)	Tahun	Tinggi hujan (mm)
2004	167	2011	100
2005	98	2012	97
2006	79	2013	101
2007	96	2014	131
2008	73	2015	120
2009	82	2016	137
2010	88		

Hasil analisis hujan harian maksimum diperoleh bahwa nilai hujan maksimum harian cenderung meningkat dari tahun 2006 sampai 2016. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan iklim memang sudah terjadi, dengan semakin meningkatnya frekuensi intensitas hujan yang lebih besar dari 100 mm/hari.

3.2 Koefisien C

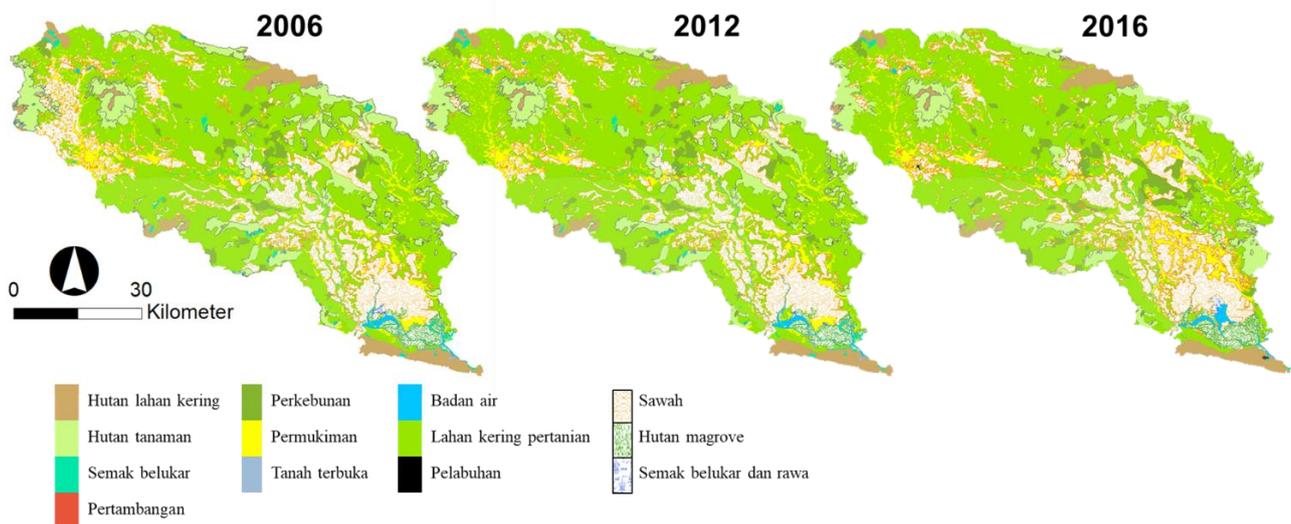
Nilai koefisien C diperoleh dari luasan setiap jenis tutupan lahan (Gambar 4). Korelasi antara tutupan lahan dengan nilai koefisien limpasan C ditentukan dari tabel nilai koefisien limpasan berdasarkan tutupan lahan (Suripin, 2002; Kodoatie dan Syarief, 2005). Pertanian dan perkebunan mempunyai faktor C yang lebih besar dari lahan hutan dan lahan alami lainnya. Hasil perhitungan nilai C komposit disajikan pada Tabel 5.

Karena luasan areal untuk pertambangan dan pelabuhan kecil dibandingkan dengan luas total keseluruhan, maka dalam perhitungan dimasukkan dalam jenis tutupan lahan permukiman. Demikian

halnya untuk semak belukar dan rawa, luasannya dimasukkan dalam luasan tutupan lahan semak. Dari hasil analisis C komposit diperoleh bahwa perubahan tutupan lahan tidak mempengaruhi nilai limpasan komposit.

3.3 Hidrograf Banjir

Perhitungan hidrograf banjir dengan menggunakan HSS Nakayasu membutuhkan data tinggi hujan jam-jaman. Karena data tinggi hujan yang diperlukan tidak tersedia, maka hasil penelitian dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Bandung, mengenai pola hujan harian Jawa Barat yang dikorelasikan ke dalam hujan jam-jaman disajikan pada Tabel 4.



Gambar 4. Peta tutupan lahan tahun 2006, 2012, dan 2016

Tabel 3. Perhitungan nilai C komposit berdasarkan luas tutupan lahan

Tutupan lahan	Koefisien C	Luas (Ha)			C Komposit		
		2006	2012	2016	2006	2012	2016
Hutan lahan kering	0,03	2.611,87	2.553,32	2.610,47	78,36	76,60	78,31
Hutan mangrove	0,15	216,28	228,01	246,66	32,44	34,20	37,00
Hutan tanaman	0,05	8.652,74	7.925,33	7.643,03	432,64	396,27	382,15
Perkebunan	0,40	2.318,26	2.096,60	3.484,52	927,30	838,64	1.393,81
Permukiman	0,60	2.541,56	2.189,38	2.629,43	1.524,93	1.313,63	1.577,66
Pertanian lahan kering	0,10	53.735,19	57.800,03	55.714,90	5.373,52	5.780,00	5.571,49
Sawah	0,15	26.366,19	23.825,57	24.250,88	3.954,93	3.573,83	3.637,63
Semak	0,07	830,34	690,12	728,22	58,12	48,31	50,98
Tambak	0,05	35,86	0,00	0,00	1,79	0,00	0,00
Total		97.308,28	97308,35	97.308,11	12.384,04	12.061,48	12.729,03
			C Komposit		0,13	0,12	0,13

Tabel 4. Pola distribusi hujan harian di Jawa Barat dan hujan jam-jaman untuk Sungai Ciseel pada tahun 2006, 2012, dan 2016

Hujan jam ke-	% tinggi hujan (mm)	2006	2012	2016
1	0,12	9,48	11,64	16,44
2	0,54	42,66	52,38	73,98
3	0,24	18,96	23,28	32,88
4	0,06	4,74	5,82	8,22
5	0,03	2,37	2,91	4,11
6	0,01	0,79	0,97	1,37

(Sumber: Wanny, 2003)

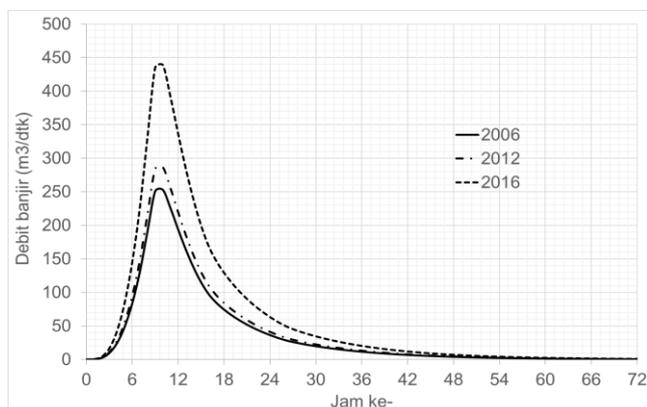
Dengan menggunakan metode HSS Nakayasu diperoleh debit banjir untuk tahun 2006, 2012, dan 2016 sebagai berikut:

Tabel 5. Debit banjir puncak Sungai Ciseel pada tahun 2006, 2012, dan 2016

Tahun	2006	2012	2016
Koefisien C	0,13	0,12	0,13
Tinggi hujan harian maksimum	79	97	137
Debit banjir puncak (m ³ /dtk)	253	287	439

Hasil analisis debit banjir menunjukkan bahwa debit banjir Sungai Ciseel cenderung meningkat setiap tahunnya. Faktor yang sangat mempengaruhi adalah tinggi hujan di wilayah DAS Ciseel. Kenaikan debit banjir linear dengan kenaikan tinggi hujan setiap tahunnya. Sebaliknya, perubahan tutupan lahan di DAS Ciseel cenderung stabil, dalam arti tidak terjadi perubahan tutupan lahan yang secara signifikan mempengaruhi besarnya debit banjir.

Untuk mengetahui pola distribusi banjir, maka hasil analisis HSS Nakayasu disajikan dalam bentuk grafik sebagai berikut:



Gambar 5. Hidrograf banjir untuk tahun 2006, 2012, dan 2016

Gambar 5 menunjukkan bahwa selain peningkatan nilai debit banjir puncak, durasi banjirpun semakin

meningkat. Pada tahun 2016, durasi banjir hingga debit aliran Sungai Ciseel mencapai debit rata-rata di musim penghujan, yaitu 80-100 m³/dtk adalah 21 jam. Sedangkan pada tahun 2006 dan 2012 pada jam ke-17, debit aliran sudah berada pada besaran di bawah 100 m³/dtk.

4 KESIMPULAN

Penelitian ini merupakan studi awal mengenai kerentanan DAS Citanduy terhadap perubahan iklim. DAS Ciseel, sebagai sub DAS dari Sungai Citanduy, memberikan pengaruh yang besar terhadap peningkatan debit banjir di Sungai Citanduy bagian hilir. Dengan penggunaan lahan di wilayah Sungai Citanduy bagian hilir sebagian besar dimanfaatkan sebagai lahan pertanian, maka banjir yang diakibatkan aliran Sungai Ciseel bersifat merugikan. Oleh karena itu, Pemerintah Daerah beserta instansi terkait perlu melakukan upaya untuk mempertahankan kondisi tutupan lahan. Konversi lahan yang disarankan adalah merubah lahan pertanian kering menjadi hutan tanaman, serta mengurangi pertumbuhan lahan perkebunan serta permukiman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy, dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air, Bandung yang telah membantu dalam menyediakan data curah hujan dan debit Wilayah Sungai Citanduy.

REFERENSI

Balai Besar Wilayah Sungai Citanduy. (2013). *“Pola Pengelolaan Sumber Daya Air Wilayah Sungai Citanduy”*

Gunawan, A. (2007). *“Kajian Untuk Kerja Metode Hidrograf Satuan Sintetik Untuk Penetapan Banjir Rancangan Pada DAS Di Pulau Jawa”*. Dinamika Rekayasa Vol. 3 No.1. ISSN 1858-3075

Kodoatie, J.R. dan Syarief, R. (2005). *“Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu”*. Andi Offset, Yogyakarta.

Nugraha, M. A. (2014). *”Analisis Hidrograf Banjir pada DAS Boang”*. Teknik Sipil dan Lingkungan Vol. 2, No. 4, ISSN : 2355-374X

Safrida, M.F.A., Sobriyah, Wahyudi, A.H. (2014). *”Analisis Hidrograf Aliran Daerah Aliran Sungai Tirtomoyo dengan Beberapa Metode Hidrograf Satuan Sintetis”*. Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL. No. 534

Siby, E. P., Kawet, L., & Halim, F. (2013). *” Studi Perbandingan Hidrograf Satuan Sintetik pada*

Daerah Aliran Sungai Ranoyapo". Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.4, (259-269) ISSN: 2337-6732

Suripin. (2002). "*Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*". Disadur kembali oleh Djoko Sasongko. Erlangga, Jakarta.

Suryana, A. (2017). "*Lebih Dari 165 Hektar Sawah di Kecamatan Padaherang Terendam Banjir*".

Online pada 16/03/2017 di situs www.swaragapura.com/lebih-dari-165-hektar-sawah-di-kecamatan-padaherang-terendam-banjir/

Wanny (2003). "*Pola Hujan Provinsi Jawa Barat*". Manuskrip, PUSAIR-Bandung